物　理　分　野

物理分野のトピック



写真１　燃えるスチールウール

２個直列につないだ電池（計３ボルト）の⊕と⊖をスチールウールでつなぐと，電流が流れて赤熱する。そばに乾いた紙など燃えやすい物があれば，引火する。たとえ，使用済みの電池でも，不用意な廃棄は危険である。（p.４　参照）



写真２　感電体験の様子（H15 安全な理科講座）

電流を感じはじめる電圧には，個人差がある。また，その日の天候等にも影響を受ける。（p.２　参照）

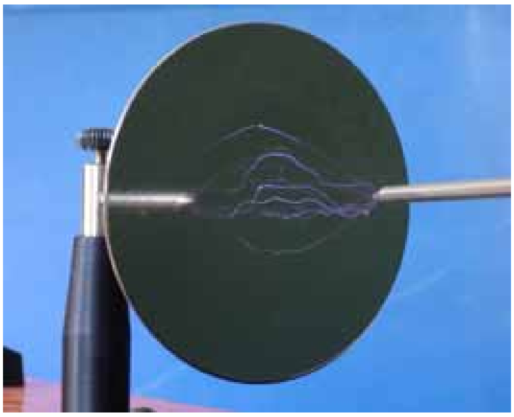


写真３　誘導コイルによる放電の様子

空気中で放電が起こる時の電位差は，距離１㎝当たり１万ボルトといわれる。電流が小さいとはいえ，非常に高電圧なので，取扱いに注意する。（p.６　参照）

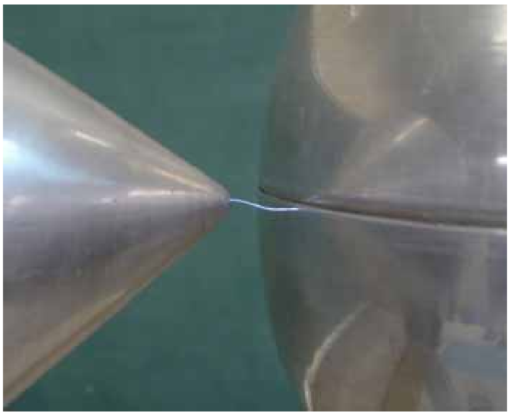


写真４　静電高圧発生装置による放電の様子

指先を近付けると上の写真と同じように放電する。（p.６　参照）

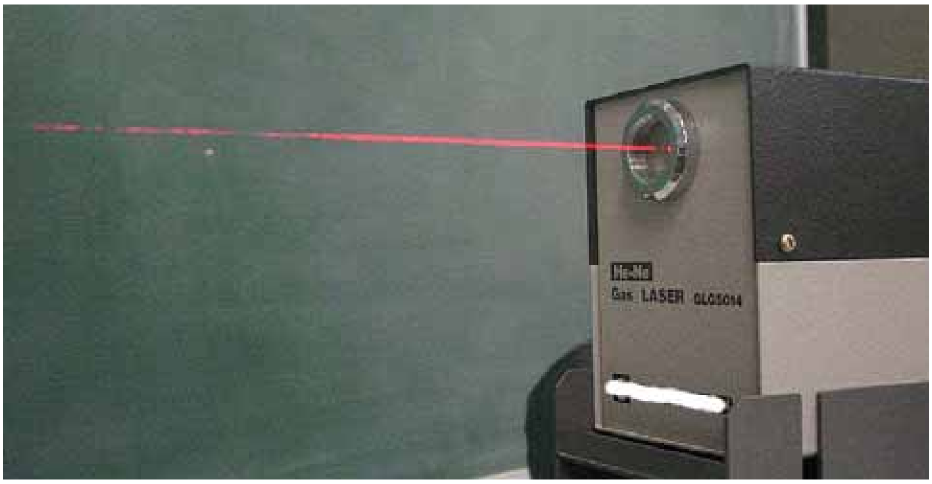


写真５　レーザー光

レーザー光が目に入ると障害を起こす危険がある。煙などの微粒子の中を通すと光の道すじが見える。（p.10　参照）

1　物理実験における基本的な注意事項

物理実験では，高温・超低温，高圧・超低圧，高電圧・大電流，高エネルギーの光や放射線を取り扱う場合がある。これらの実験は，生徒の興味・関心を高める実験であると同時に，事故等の危険性が高いので，安全面に十分に留意して行う必要がある。また，高価な電気，電子機器を測定等に使う場合が多いので，操作ミス等でそれらの機器を破損させてしまうことのないように取扱い方を熟知しておくことも大切である。

実験前に、実験で使う道具類や機器類すべての動作等を確認し，不備があるものは修理等をしておく。実験中に故障したり，誤動作したりしないようにしておきたい。

(1)　物理工作

工作することは楽しい。しかし，一歩間違えると大変な事故になる可能性もある。

工作に使う道具類は，カッターナイフ，千枚通し，ハンダごて，ハサミなどけがをしそうなものが多い。安全な工作を行うには，以下の点に留意する。

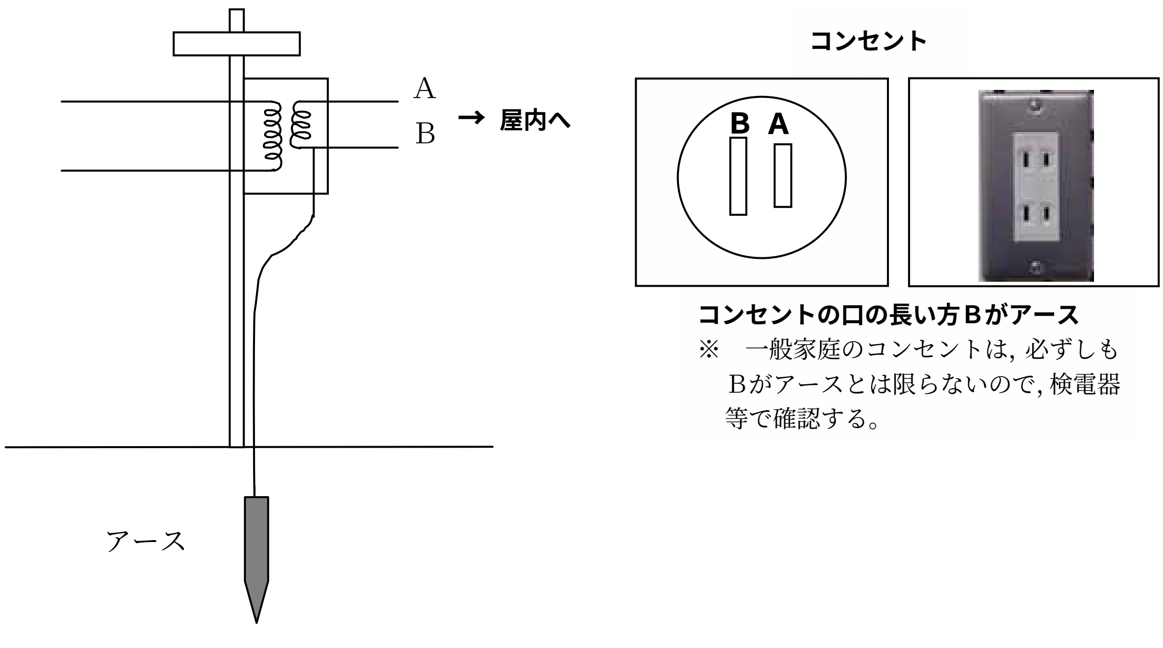
・　刃先を人に向けない（自分にも向けない）
・　刃物や高温のものを持ったまま不用意に振り向かない
・　机などを傷付けないこと

特に，ハンダ付けでは，高温のハンダが飛び散って顔や目をけがすることがあるので，ゴーグルを着用して行うことが大切である。

(2)　コードやコンセント

ア　屋外配線と屋内配線

電線は，図１に示すように，屋内に配線されるまでに，屋外の電線の１つが電柱でアース（接地）されている。このため，屋内のコンセントのどちらか一方は，アースされており，これに触れても感電しないが，もう一方に触れれば，感電する。



※　一般家庭のコンセントは, 必ずしもＢがアースとは限らないので, 検電器等で確認する。

図１　アースとコンセント

イ　漏電に対する備え

屋内配線が古くなって漏電したり，コンセント付近や電気器具内での絶縁が不良になったりしたときに備えて，漏電遮断機（ブレーカー）が取り付けてあるので，必ず取り付け場所等の確認をしておく。また，漏電遮断機が落ちたときは，安全のために，理科室内の冷蔵庫，ビデオ等，常時接続している電気器具の点検をしておく。

ウ　たこ足配線等の禁止

テーブルタップ等の接続器を用いて，コンセントから同時に多くの器具を接続する（たこ足配線，**図２**左）と，コンセントの許容量を超える電気が流れ，出火等の可能性があるので避ける。コンセントやテーブルタップを取り扱う際は，その許容量を使用前に確認しておく。

また，コードを束ねたままで使用すると（**図２**右），コード自体の電気抵抗による放熱が妨げられ，束ねた部分を中心に全体が高温になることがあるので，束ねて使用しない。

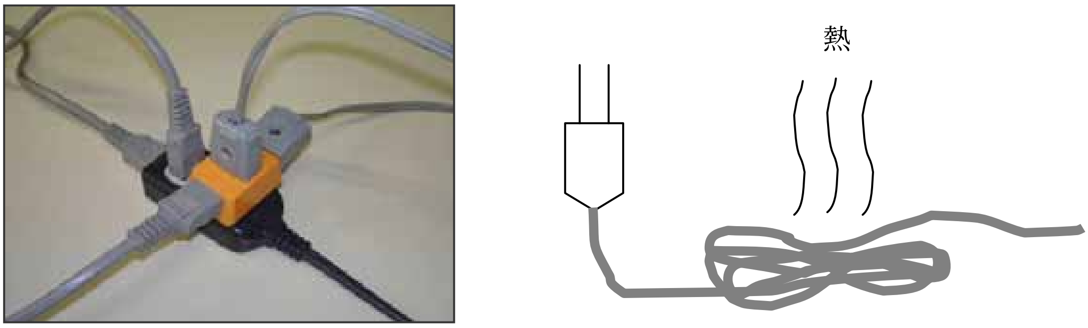


図２　たこ足配線とコードの放熱

エ　プラグやコンセントのホコリ除去

長年使っているプラグやコンセントには，多くのホコリが付着している。これが漏電の原因となり，場合によっては発熱してコンセントやプラグが溶けたり（**図３**），火災になることがある。ホコリはもちろん，水分等も電気を流すので，プラグやコンセントは，時々掃除をしておく。



図３　漏電によって溶けたプラグ

(3)　感電について

ア　人が耐えられる電流

一般に電圧が高いほど感電しやすいが，電圧が低くても，大きなショックを受けることがある。これは，身体の中を通る電流の大きさと電流が流れる経路によって，人体への影響が決まるからである。50～60Hz の交流電流が身体に流れたときの人体への影響は，個人差はあるが，おおむね次のようになる。

０.００１A（ 1mA）	＝	チクッとする
０.００５A（ 5mA）	＝	相当な痛みを感じる
０.０１　A（ 10mA）	＝	耐えられない
０.０２　A（ 20mA）	＝	筋肉の収縮
０.０５　A（ 50mA）	＝	呼吸困難
０.１　　A（100mA）	＝	致命的

イ　感電を防ぐ方法

(ｱ)　各装置をアースする

高電圧の装置や水を扱う機器には，電源コードにアース線が付いている。これは，機器の中で発生する高電圧の電流が，何らかの原因で機器本体に流れたとき，機器の外に逃がすためのものである。事故を防止するために必ずアースをする。

鳥が高圧送電線に止まっていても感電しないのは，鳥の体が地面とつながっていないため（回路が切れた状態），電流が流れないためである。人がかなりの高圧電源に触れても，ゴム長靴等で大地と極めてよく絶縁していれば，感電しない。しかし，体の一部がアース状態になっていると，100 ボルト［V］の電圧でも感電死する。一般に，実験室にある多くの装置は，感電を防ぐためにもアースして使用した方がよい。

(ｲ)　水分を除く

手が水で濡れていると感電しやすくなるので，乾燥した状態で作業をする。

(ｳ)　絶縁する

ゴム長靴など，絶縁できる履き物を履いたり，絶縁台に乗ったりして作業する。

(4)　電源装置等の電気・電子機器の正しい取扱い

電源スイッチの ON，OFF の操作には，配慮が必要である。電気回路では，電流が流れていなかった回路に急に大きな電圧を加えた場合や，加えていた電圧を急に切る場合には，予想もしないような高電圧が生じることがある。このため，スイッチの操作によっては抵抗，コンデンサー，コイル，半導体素子などに定格以上の電流が流れ，それらが壊れる可能性がある。それらの破損を防ぐために，電流や電圧調整用のつまみを最小にしてから，電源スイッチを入れる。逆に，電圧調整用のつまみを最小にしてから電源スイッチを切る。スイッチが幾つかある装置の場合は，すべての電圧調整用のつまみを最小にして，主電源のスイッチから順に入れていく。逆に，電源スイッチを切るときには，すべての電圧調整用のつまみを最小にして，主電源スイッチ以外の遠い方のスイッチから順に切り，最後に主電源スイッチを切る。スイッチの ON 及び OFF には，このような操作を習慣付けておく。当然であるが，スイッチを入れたまま，電源コードを抜くことは絶対にしてはならない。



図４　電源装置

2　実験器具・装置の正しい取扱い

ここでは，特に注意を払う必要のある器具・装置や操作について述べる。

(1)　電池

電圧が小さく，取扱いが簡単なので，多くの実験・観察で使用される。しかし，電池は，使い方しだいでは大電流が流れて発熱し，危険なこともあるので，その取扱いには注意する。

ア　正しい取扱い方

①　電池の種類

乾電池には単１型から単５型まであり，すべて 1.5［V］である。ボタン電池には, 1.5［V］のものと３［V］のものがある。そのほか，用途に応じていろいろな電池があり，電子機器には指定された電池を使う。



図５　いろいろな乾電池

左から単１，単２，･･･単５電池

②　（＋）極と（－）極の向きを間違えない。

３個以上を使う機器では，入れ方を間違えても作動することがあり，そのまま使っていると電池の破損や発熱等が生じて危険である。

③　一次電池（充電式でない電池を一次電池，充電式を二次電池という）を充電しない。

「充電式」と明記されていない一次電池を充電すると，電池が損傷するばかりか発火等の事故につながる。

④　性能の違う電池を混ぜて使わない。

新しい電池と使用済の電池，種類や銘柄の違う電池を混ぜて使うと寿命が短くなり，性能が落ちることがある。

⑤　使い終わった電池は，機器から取り出す。

取り出さずに接続したままにしておくと，液漏れが起こり，機器等の金属が腐食するなど故障の原因になる。

⑥　スイッチを切り忘れない。

電池の液漏れの原因の多くがこれである。また，長時間使わない時は，必ず電池を取り出しておく。

⑦　二次電池（鉛蓄電池，アルカリ蓄電池）は，取扱説明書を十分に読んで使用する。

特に，充電の際，極性を間違えて電源につながないように注意する。

イ　注意事項

(ｱ)　無理な取扱い（電池の分解，改造，ハンダ付け，加熱等）をすると，電池内部が損傷するばかりか，発火等の事故につながる。

(ｲ)　金属類と一緒に保管すると，（＋）極と（－）極に金属が触れてショートすることがある。特に，高容量の電池は，ショートすると発熱量が大きく，やけどをすることがある。

(ｳ)　電池を飲み込んだときは，吐き気や腹痛，黒色便を伴った下痢，発疹のほか，胃壁に穴があいたり, 食道にひっかかったりすることもある。無理に吐かせようとせず, すぐに病院へ行く。飲み込んだ電池と一緒に使っていた電池を持ち込めば，飲み込んだ電池の種類や大きさ・個数等が分かり，処置に役立つ。

(ｴ)　液漏れして体や衣服に付着したときは，皮膚障害を起こすことがあるので，すぐに水で洗い流す。目に入ったときは，きれいな水でよく洗い，すぐに医師に診せる。

(ｵ)　液漏れした機器は，綿棒等でふき取る。作業後は，必ず手を水で洗い，液漏れした電池は使用しない。

(ｶ)　電池を処分する際は，各自治体の規定に従って処分する。

(2) 電流計（検流計等）

ア　正しい取扱い方

①　図６下の回路図のように電球を流れる電流の大きさを測る場合，電流計は電球に対して直列につなぐ。

②　電流計の(＋)端子は電源装置（電池など）の(＋)端子につながっている導線につなぎ, (－)端子は電源の(－)端子につなぐ。

③　初めに, 大きな電流の (－) 端子につないで概略値を測定し，次に，電流の大きさに応じた端子につなぐようにする。そうしないと針が振り切れて，電流計内部の回路が切れてしまうことがある。



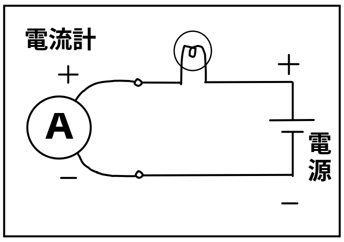


図６　電流計と回路図

イ　注意事項

電流計に電池や電源装置だけをつながない。大きな電流が流れて，電流計が壊れてしまうことがある。特に，検流計は，微少な電流を測るものなので，使わないときは，金属などの導体板を（＋）と（－）端子につないで短絡させておく。

ウ　事故例

○　電流計の小さな電流の端子に最初につないで測ったら，予想以上の電流が流れて電流計を壊してしまった。

○　電池の電圧を測ろうとして，間違えて電流計をつないでしまい，壊してしまった。

※　測りたいものに対して，電圧計は並列に，電流計は直列につなぐ。

(3) 単巻可変変圧器

ア　正しい取扱い方

単巻可変変圧器には，最大電流や最大容量が表示してあるので，それ以上の電流や容量を超えて使用しないようにする。また，単巻可変変圧器の入力端子と出力端子をよく確認して，コンセントからの 100［V］の電源を入力端子に接続する。

入力端子の電源への接続によっては，出力側電圧が低い場合であっても出力端子とアース（大地）との間の電圧が高くなっており，手で触れると感電することがある。(p. 1 参照)

イ　注意事項

心臓が体の左側にあるのを考慮し，通電したまま端子を付ける場合は，感電に備えて，クリップ等は右手で持つ習慣を付けた方がよい。

出力端子に 100［V］の電源をつないでヒューズを切ってしまったり，入力端子の一つと出力端子の一つをつないで単巻可変変圧器の巻線を断線したりしないよう注意する。



図７　単巻可変変圧器

端子が露出しているので, 接触しないように注意する。また，電源コードは端子に確実に止め，ゆるんだり，はみ出したりした状態にはしない。

長時間の連続使用は, 熱くなるので, 負荷を減らすか, 一時使用を中断して冷却するまで待つ。

ウ　事故例

○　表示してある電流以上の電流を流して，コイルが断線してしまった。

○　誤って端子に手が触れて感電した。

(4)　誘導コイル

ア　正しい取扱い方

表示されている電圧や電流の容量を守って使用する。また，絶縁台に乗って作業するなど，感電対策をする。

イ　注意事項

誘導コイルには６［V］，数［A］程度の容量の直流電源で動作させる古い型（**図８**上）と無接点式で 100［V］交流電源を使い，電流が 0.4～0.7［A］程度の新しい型（**図８**下）とがある。どちらも，出力は数十ワット程度しかないが, 二次コイルには, 人体にとって非常に危険な数万［V］以上の高電圧を発生させることができるので，取扱いに注意する。




図８　誘導コイル

上は古い型，下は新しい接点型

古い型の誘導コイルでは，極性を間違えると放電が起こりにくく，放電させようとして直流電源の電圧を上げて規程以上の電流を流してしまうことがある。コイルが焼き切れて破損してしまうこともあり，絶対にしてはならない。

ウ　事故例

○　表示してある電流以上の電流を流したため，コイルが断線した。

○　誤って端子や誘導コイルの金属部分に手が触れて感電した。

(5)　静電高圧発生装置（バンデグラーフ起電機）

ア　正しい取扱い方

静電高圧発生装置は，誘導コイルと同様に数万ボルト～十万ボルト以上の高電圧を発生するため，取扱いを慎重にする。感電防止のため，身体を近付けないようにする。また，スイッチを切っても集電球に電気が残っていることがあるので，接地棒を使って静電気を逃してから触れるようにする。

絶縁台（**図 10**）に乗って操作すれば，更に安全である。



図９　静電高圧発生装置

集電球が帯電し，紙のリボンが八方に立っている。

イ　注意事項

接地棒でこまめに電気を逃がして，感電を防ぐことが大切である。濡れた手などでさわらないようにし，電気が流れやすいものを近付けない。

ウ　事故例

○　体を近付けすぎて感電した。

○　電気を逃さないで触ってしまい，感電した。



図 10　絶縁台

(6)　変圧実験装置（電磁現象実験器）

変圧実験装置（以下，単に変圧器と表記する）は，交流の電圧と電流を高くしたり低くしたりする変換装置である。図 11 は，ロの字型の鉄心に 2 つのコイルを巻いた代表的な変圧器である。(鉄心の上部を外して様々な巻き数のコイルに取り替えることができるようになっている)

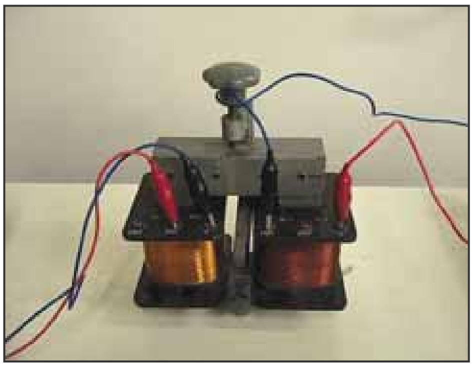


図 11　代表的な変圧実験装置

高電圧での実験

入力側(１次側)のコイルの入力電圧をV_1，巻き数をN_1とし，出力側(２次側)のコイルの出力電圧をV_2，巻き数をN_2とすると，$V_1 : V_2 = N_1 : N_2$ の関係が成立する。すなわち，２次側から巻き数比（N_2／N_1）に比例した電圧を取り出すことができる。

例えば，１次側に 250 回巻きコイル，２次側に 6000 回巻きコイルを鉄心にはめ込むと，電圧を 24 倍にすることができる。物理教室でも数千ボルトを得ることができるので,「高電圧」に関する演示実験を容易に行うことができる。実験時の交流電源としては，単巻可変変圧器を用いる。(**図７**）

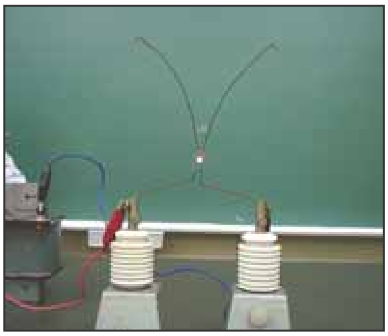


図 12　逆ハの字型電極１

ア　実験の手順

①　コイルを鉄芯にセットする。

②　電極を逆ハの字になるように置き（**図 12)**，１次側を単巻可変変圧器に，２次側を電極につなぐ。

③　単巻可変変圧器を電源につなぎ，電圧を徐々に上げる。

※　電極下部の狭い間隔で放電が起こり，これが音を立てながら上方に上っていき(**図 13**), 間隔が広くなると消えていく。放電はこの動作を繰り返す。

④　これに巻いた紙などを近付けると，火が付いて燃えるところを見せることができる。(**図 14**)

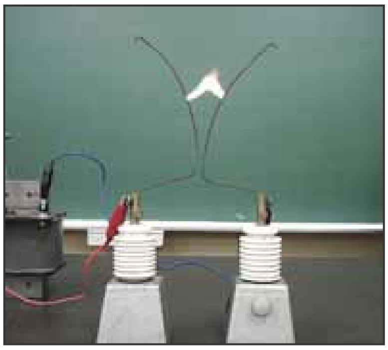


図 13　逆ハの字型電極２

イ　注意事項（感電防止）

①　配線をする前に単巻可変変圧器を０［V］にする。

②　すべての配線・準備が完了したことを確認してから，単巻可変変圧器の端子につなぐ。

③　配線後，電極に手で触れたり，電極間に手を入れたり絶対にしない。また，金属製の物を手に持って電極に近付けない。

④　電極の間隔を調節するときは，単巻可変変圧器が０［V］になっていることを確認してから行う。電極の逆ハの字の形を調節したいときは端子から外して行う。

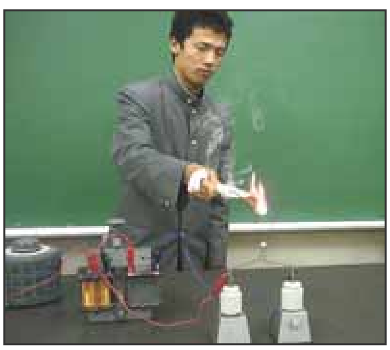


図 14　逆ハの字型電極３

ウ　事故例

○　単巻可変変圧器のダイアルがおよそ０［V］だと思い，放電電極に触れて形を調節しようとしたら感電した。

大電流による実験１

変圧器においては，１次側と２次側で電力がほぼ保存されるので，$\boxed{V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2}$の関係が成立する。このため，１次側に比べて２次側に巻き数の少ないコイルを用いると得られる電圧は低くなるが，その分大きな電流を得ることができるので，「大電流」に関する演示実験を容易に行うことができる。

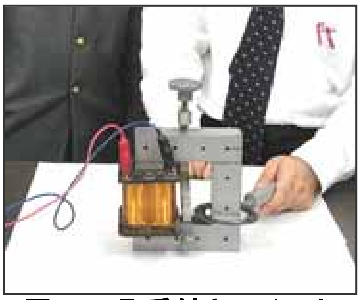


図 15　取手付きコイルを用いた実験１



図 16　取手付きコイルを用いた実験２



図 17　取手付きコイルを用いた実験３



図 18　取手付きコイルを用いた実験４



図 19　取手付きコイルを用いた実験５

ア　実験の手順

①　図 15 のように，２次側に取手付きコイルをはめる。

②　１次側を単巻可変変圧器につなぎ，電圧を徐々に上げていく。

③　２次側の取手付きコイルには大電流が流れ，それによるジュール熱でコイルが高温になる。

④　このコイルの溝にハンダを載せるとハンダが溶ける。(**図 16**，**17**)

⑤　溶けたハンダを実験机に垂らすと，一瞬で面白い形に固まる。(**図 18**)
冷えたことを確認してから，手で触らせる。(**図 19**)

イ　注意事項

(ｱ)　準備を始める前に，必ず単巻可変変圧器は０［V］になっていることを確認する。

(ｲ)　机に垂らした後のハンダはすぐに冷えるが，取っ手付きコイルはしばらくたってもかなり熱いので，やけどに注意する。

ウ　事故例

〇　電圧をかけた後，コイルの溝にハンダを載せようとしたら，既にかなり熱くなっていたため，指先をやけどした。

大電流による実験２

ア　実験の手順

①　図 20 のように，２次側にリングを通す。

②　実験１と同様に徐々に電圧を上げると，図 21 のようにリングが浮き上がる。これは，１次側コイルが作る鉄心内の磁場がリング内を貫き，レンツの法則によりリングに誘導電流が流れ，大電流によりリングが鉄心内の磁力と反発する磁石になるためである。

※　この実験では，初めはなかなか浮き上がらないことがある。このときは，絶縁した棒などでリングを下から軽く突っつくと浮き上がる。

イ　注意事項

(ア)　準備を始める前に，必ず単巻可変変圧器は０［V］になっていることを確認する。

(イ)　**大電流による実験１**と同様に強いジュール熱が生じるので，リングはしばらくしてもかなり熱く，やけどに注意する。

ウ　事故例

○　実験後すぐに，素手でリングを外そうとしてやけどした。

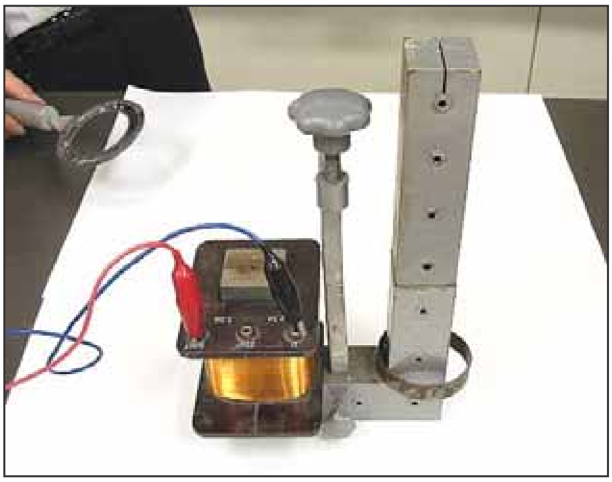


図 20　リングを用いた実験１

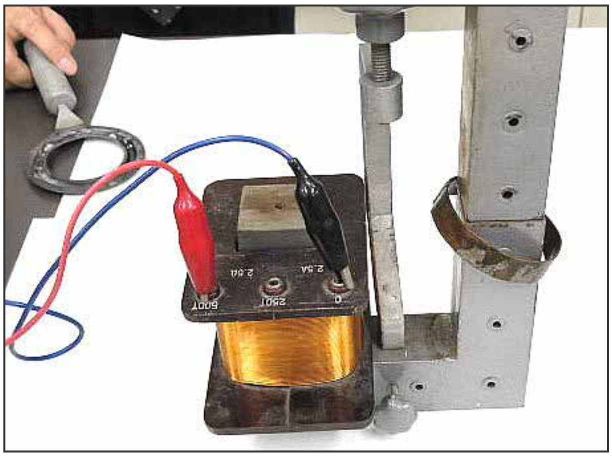


図 21　リングを用いた実験２

(7)　強力磁石

ア　正しい取扱い方

　ネオジウム磁石などの強力磁石は，導体に対して渦電流を生じさせる性質が強く，興味・関心を引く教材であるため，いろいろな実験に用いられている。しかし，引力があまりにも強いため，その取扱いには注意する。

(ｱ)　２つの磁石を離すときは，横にずらすと楽に離せる。

(ｲ)　磁石には，他の磁石や鉄類など磁石に引き付けられる金属は近付けない。

(ｳ)　２つの磁石は接着させたまま保管せず，厚紙などをはさんで保管する。また，プラスチックケースなどに保管することにより，磁石に反応するものが勢いよくくっつくのを防ぐとよい。

イ　注意事項

(ｱ)　強力な引力をもつので，少し近付けただけで勢いよくくっつき，指を挟んだり，磁石が破損したりする場合もある。

(ｲ)　一般に，磁石は鉄，ニッケル等の金属を引き付けるが，導体（銅やアルミニウムなど）に対しては，渦電流を生じさせる。したがって，液晶，ブラウン管，時計などの精密機器や鉄を主材料としている磁気カード等（キャッシュカード，ビデオテープなど）に近付けると故障の原因になるので，絶対に近付けない。

ウ　事故例

○　少し近付けたら，勢いよくくっつき，指を挟んだ。

○　近付けて遊んでいたら，勢いよくくっついた拍子に磁石が割れてしまった。

○　誤って液晶画面に近付けてしまい，画像がおかしくなった。

(8)　レーザー

ア　正しい取扱い方

　レーザー光は波長と位相がそろった特殊な光である。通常の光が広がってしまうのに対し，レーザーは広がらず，遠くまで非常に高いエネルギー密度を保つ性質をもっている。このため，次の(ｱ)～(ｴ)に注意して取り扱う。

(ｱ)　絶対に人に向けない。

(ｲ)　生徒に自由に扱わせない。

(ｳ)　使わないときは常にスイッチを切る。

(ｴ)　レーザー光をのぞき込まない。



図 22　レーザー装置



図 23　レーザーポインタ

イ　注意事項

(ｱ)　たとえ小さな光（レーザーポインタなど）でも，直接目に当たると，網膜状の一点にエネルギーが集中するため危険である。

(ｲ)　レーザーを使う実験としては，光の直進の確認，プリズムでの屈折，光ファイバーでの全反射，水槽での反射光と屈折光，干渉縞等の演示実験などがあるが，いずれの場合も，反射光も含めて，レーザー光がどの方向に出ているのかを事前に確認し，生徒や自分自身の目に当たらないようにする。

(ｳ)　プレゼンテーション等においても，レーザーポインタを使用する際は，同様の注意が必要である。

(ｴ)　実験前には生徒に対して十分注意し，万が一直視してしまった場合には，瞬時に目を背けるように指導しておく。もし，直視した後，視力に違和感を感じる場合は，専門の眼科医に相談する。

ウ　事故例

○　数年前，生徒が，ふざけておもちゃのレーザーポインタを人の目に向けて照射し，その後，著しく視力が低下したことが社会問題となった。

レーザーの危険性

○　実験でレーザー光を使うとき，何が(なぜ)危険なのか？
人間の視力に大きく関係する黄斑（眼球の裏にある部分）をレーザー光で損傷してしまうので視力障害を起こす。

- レーザーを直視する(ビームを正面から見る)のは危険である。ビームを横から見て光路を確認するような実験は，散乱光を見ているので危険はない。
- レーザー光は広がらないので，遠くからでも直視すると危険である。一円玉を遠くに置いて見ると小さく見えるが，これは目の網膜で小さく像を結んでいるためである。レーザー光はビームの幅をほぼ変えずに進むので，遠くから見ればその分だけ網膜に小さく像を結んでしまうため，高い密度の光を網膜が受けてしまうことになる。
- 人は遠くからくる光に対して無意識に目を向けて焦点を合わせてしまう習性があるため，目を背けるのが遅れてしまうことがある。

(9)　紫外線ランプ

ア　正しい取扱い方

(ｱ)　目が炎症を起こすことがあるため，ランプを点灯中に直視しない。

(ｲ)　皮膚が炎症を起こすことがあるため，ランプを長時間にわたり皮膚に照射しない。

イ　注意事項

(ｱ)　ランプの点灯により，周囲の器物が変色することがあるので，紫外線に弱い物質（薬品やフィルム等）は近付けない。

(ｲ)　ランプによっては，少量の水銀が使用されていることがあるので，破棄する際は，地方自治体の条例に従って，割らずに産業廃棄物として処理する。

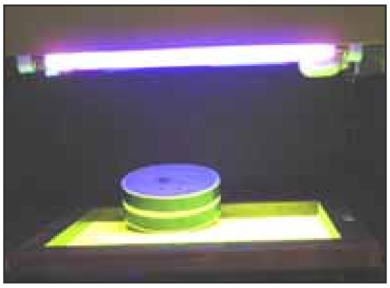


図 24　紫外線ランプ
鉱物の中には紫外線を当てると蛍光を発するものもある

ウ　事故例

○　カメラのフィルムに長時間紫外線を照射してしまい，感光してしまった。

紫外線について

紫外線(ＵＶ)は，波長 10nm～380nm の電磁波の総称であり，３つに大別される。

ＵＶ－Ａ ＝ 波長 315～400nm
近紫外線ともいう。色素沈着（いわゆる皮膚が黒くなる日焼け）作用がある。

ＵＶ－Ｂ ＝ 波長 280～315nm
ビタミンＤの生成に必要なもので，紅斑作用（皮膚が赤くなりヒリヒリしたりする日焼け）がある。

ＵＶ－Ｃ ＝ 波長 100～280nm
殺菌線ともいい，殺菌作用がある。紅斑作用や皮膚障害を起こす。

※　シャープペンシルの芯を使ってのアーク放電の実験などは，有害な紫外線が出ているので，離れて観察する。

(10) 放射線装置

ア　正しい取扱い方

(ｱ)　教育用Ｘ線装置

ａ　動植物や身の回りの物などを観察するためにのみ使用する。

ｂ　使用説明書に従って実験を行う。

ｃ　Ｘ線を照射しないときは電源を必ず切っておく。

ｄ　測定中，必要でない限りＸ線装置に近寄らない。

ｅ　大電流，高電圧で使用する場合は，鉛ガラスの眼鏡や鉛ゴムのエプロンを着用する。



図 25　教育用Ｘ線装置

(ｲ)　クルックス管

ａ　観察をしないときは，放電を停止させておく。

ｂ　放電管からなるべく離れて観察する。

ｃ　放電管用Ｘ線防護ボックスなどを使用してＸ線から身を守る。



図 26　クルックス管

イ　注意事項

(ｱ)　教育用Ｘ線装置で，人の身体の一部を観察してはいけない。

(ｲ)　教育用Ｘ線装置の試料室は，完全に鋼板でシールドされており，試料室の扉を開けると自動停止する安全スイッチで保護されているので，安易に修理したり改造したりしない。

(ｳ)　教育用Ｘ線装置を設置するには，電離放射線障害防止規則により，所轄労働基準監督署長に設置届出の提出義務がある。詳しくは，購入業者に尋ねるとよい。

ウ　事故例

○　弱いＸ線だと思い，手のひらや指を観察したら，手のひらに斑点が出てきた。

エックス線について

○　放射線の発生と障害

高速に加速された電子が金属に衝突すると，そこからＸ線が発生する。教育用Ｘ線装置は，植物や魚類などの透視観察実験に使われるほか，結晶の解析実験などにも使用される。Ｘ線は放射線の一種で，教育用Ｘ線装置以外に，クルックス管，誘導コイルの放電など，高速電子が金属に衝突するものは，微量であるが発生している。身体組織の中では，目の水晶体，消化器官，造血器官，生殖器官などが，特に放射線障害を起こしやすいと言われている。

○　放射線に関する法令等

放射線障害防止のために，ＩＣＰＲ（国際放射線防護委員会）の勧告に基づき国内でも線量制限が法令化され，「放射線同位元素等による放射線障害防止に関する法律」が制定されている。１ＭｅＶ（メガエレクトロンボルト）未満の電子線やＸ線を発生する装置（Ｘ線回折装置，電子顕微鏡等）は法規制の対象外であるが，実際の危険度は法規制装置と大差なく，その取扱いには注意する。

なお，人事院規則では，職員の放射線障害の防止において，Ｘ線装置も放射線発生装置に含めて規制している。